臺灣稻縱捲葉蟲天敵之研究*

陳健忠　邱瑞珍

臺灣省農業試驗所應用動物系

摘要

70—72年在中、南部以及花蓮等11個地區調查得稻縱捲葉蟲(*Cnaphalocrocis medinalis*)天敵25種，包括寄生蜂20種、寄生蠅1種、病原菌2種、捕食性蜘蛛2種。寄生性天敵中以 *Trichogramma chilonis*, *Apanteles cypris* 及 *Trichomma cnaphalocrocis* 寄生率爲較高在18～96%之間。寄生蜂之棲群變動與稻縱捲葉蟲各蟲期之發生有關。

Dipel (*Bacillus thuringiensis*) 在濃度 0.02 %時對縱捲葉蟲一齡幼蟲之致死率約爲96.6%而其對卵寄生蜂之幼蟲、蛹及成蟲均不具毒性。

卵寄生蜂 *T. chilonis* 可用外米綴蛾 (*Corc-yra cephalonica*) 卵爲代用寄主予以大量繁殖。在30～32°C 恆溫下該蜂由卵發育至成蟲需132～149小時，最爲適合。

常用於防治水稻褐飛蝨之氨基甲酸鹽殺蟲劑 MIPC, Hokbal, Lannate, Furaban 及防治稻熱病之殺菌劑 Hinosan 均對卵寄生蜂具高毒性，現行推廣防治稻蟲用之有機磷劑 Kilva 則毒性很低，應予選用。

前　言

近年來水稻縱捲葉蟲(*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee, Pyralidae），在本省中、南部及花蓮地區二期作稻田發生相當普遍，幼蟲縱捲稻葉藏身其內，取食表皮及葉肉組織，致葉片枯死，影響穀粒稔實。據鄭清煥氏（1982，未發表）之試驗，在水稻乳熟期每10稻叢接成蛾8對，其次代幼蟲將造成稻穀之損失量達 41.65%，所以目前此蟲被視爲僅次於褐飛蝨之水稻主要害蟲。由於雌蛾之卵多散生於田間稻株上，故一旦發生時雖然蟲數不多但被害株分散仍需全面施藥。又其幼蟲均在捲葉內生活，施藥防治常無法獲得良好之殺蟲效果，反而費工費時增加農民負擔，因此對本蟲有效天敵之搜求與瞭解，適當地加以保護與利用，或可發揮部分效果而減少稻田之施藥次數，降低農民之用藥費用，亦可避免農藥對其他稻蟲天敵造成毒害。

有關該蟲之本省天敵資料，陳與王（1978）曾在田間發現3種天敵，嚴氏（1973）則彙編本蟲寄生性天敵7種，除此別無資料可稽。本研究乃對該蟲之天敵進行廣泛性之調查與採集藉以瞭解其種類及田間發生情形，並探討天敵對稻縱捲葉蟲之防治潛能及測定農藥對卵寄生蜂之毒性等，供實際應用於田間防治該蟲之參考。

材料與方法

(一) 稻縱捲葉蟲及其寄生性天敵發生之調查：

於農試所農場設一不施藥稻田面積爲 0.1公頃，分爲3小區，種植臺農67號水稻。自民國70年二期作水稻移植後第16天開始，每隔2星期於每小區固定調查 420 叢水稻，記錄其被害葉數及叢數，並於每小區之對角線上，用掃網掃 120次，以調查稻

*行政院農業發展委員會補助計畫71農建—4.1—產—47（3—1）。

縱捲葉蟲寄生性天敵之發生情形。

（二）稻縱捲葉蟲天敵種類之調查

在萬豐、西螺、民雄、嘉義、新化、下營、鳳山、潮州、山地門、崎下、花蓮等地區之兩期作稻田採集稻縱捲葉蟲之幼蟲及蛹，攜回室內繼續飼養至成蛾或寄生蜂羽化，並記錄寄生蜂之數目，標本予以製作以便鑑定。卵寄生蜂之調查係將室內飼養之縱捲葉蟲成蛾置於塑膠袋內，待其產卵後將塑膠袋剪開，使著卵面向上將其固定於田間稻葉上，隔天收回，記錄被寄生卵之數目並將成蜂製成玻片標本備供鑑定。

（三）Dipel 對稻縱捲葉蟲之致死率測定：

選用美國 Abbott Laboratories 出品之細菌性殺蟲劑 Dipel（每 mg 含 16,000國際單位）配成濃度 0.1，0.08，0.06，0.04，0.02及0.01%之藥液，加入展著劑 CS-7。另將每段長 4 公分之稻葉浸入藥液，隨即取出，風乾後每葉片接 1 齡幼蟲 1 隻，每處理蟲數為30隻，3 重複，經 3 天觀察其死亡情形，並記錄活蟲體重。

（四）溫度對卵寄生蜂 *Trichogramma chilonis* Ishii 之影響：

將外米綴蛾（*Corcyra cephalonica* Staint, Galleriidae）甫產下之卵粒粘在紙片上，在10w 紫外線下照射 60 分鐘，使卵無法發育後置於試管（20×1.5cm）內，接入卵寄生蜂任其產卵。經 1 小時後將蜂移去。卵片分別置於 26、28、30及32°C之恆溫箱內不予光照，觀察其發育情形。

（五）農藥對卵寄生蜂 *T. chilonis* 之毒性測定：

供試藥劑及其濃度： 現行推廣用於防治水稻病蟲之 8 種殺蟲劑（MIPC, Hokbal, Lannate, Furadan, Kilval, Azodrin, Orthene, Tamaron），2 種殺菌劑（Hinosan, Neo Asozin）及一種尚未推廣之防治稻縱捲葉蟲殺蟲劑 Dipel 。各藥劑之處理濃度均依民國69年植物保護手册推薦之稀釋倍數調配。Dipel 之稀釋倍數為 2,000倍，展著劑 CS-7 為 5,000倍。

1. 農藥直接噴佈之毒性：將卵寄生蜂接入試管（20×3.5cm）每管50隻，3 重複，使用 BURGESS VIBROCRAFTERS INC. 出品之 Model VS-855 電動噴藥槍，噴射口距離試管口約 10cm，噴射藥劑經半秒鐘後用伸縮膜封口，分別經 1 小時、3 小時記錄其死亡蟲數。

2. 農藥殘毒之毒性：將供試藥劑倒入試管，再行倒出使試管內壁形成一層均勻之藥膜，並將試管倒置，經 1、2、4 及 6 天後每管各接入卵寄生蜂50隻，3 重複，經 2 小時後記錄其死亡蟲數。

3. 農藥對幼蟲及蛹之毒性：將前述製成之卵片接蜂待產卵後置28°C 恆溫箱中，俟卵粒變黑，（幼蟲進入老熟階段，約經 4 天左右成蜂將羽化而出）分成 4 組開始供試，每天處理 1 組，未處理者讓其繼續發育。每處理為50粒卵，3 重複，浸入藥劑後隨即取出，風乾後再置於指形管（5.5×1cm）內，將管放入恆溫箱中待其羽化，記錄其死亡率。

結果與討論

（一）稻縱捲葉蟲及其寄生性天敵之田間棲羣消長：

本調查原定自二期作水稻移植後第16天（即民國70年 8 月12日）開始至水稻收穫為止，進行420指定稻叢之調查。但該期作於10月下旬因部分稻叢受褐飛蝨為害倒伏而無法調查，唯仍進行田間稻縱捲葉蟲發生之觀察，至水稻收穫為止；發現在二期作期間稻縱捲葉蟲可發生 3 代，此與貢氏（1954）與陳氏（1982）之觀察相同。圖 1 顯示第一世代幼蟲在 8 月中、下旬至 9 月下旬發生，幼蟲陸續孵化成長取食稻葉使被害葉數增加，同時幼蟲之棲羣增加及遷移亦使被害叢數逐漸增加；成蟲則在 9 月下旬至10月上旬出現，成蟲出現後因其卵係散生，所以被害叢數迅速增加，為害面積擴大。第二世代幼蟲在10月上旬至11月上旬發生，第三世代幼蟲出現時稻株已經倒伏。

由掃網所採得該蟲之天敵種類皆屬寄生蜂類。圖 2 顯示田間卵寄生蜂發生高峰有二，一在 8 月上旬成蛾侵入本田時；一在 9 月下旬第一世代成蛾出現後。幼蟲發生後卵寄生蜂之棲羣隨即下降，而幼蟲寄生蜂則隨著稻縱捲葉蟲幼蟲棲羣之增加而緩慢增加，由於部分寄生蜂係在稻縱捲葉蟲末齡幼蟲或蛹期才羽化，因此第一世代幼蟲發生初期幼蟲寄生蜂之增加有些可能是由他處進入本田。幼蟲寄生蜂在第一世代成蛾出現期達到高峰後漸趨下降，但仍較其他時期之寄生蜂棲羣為高，其高峰約與卵寄

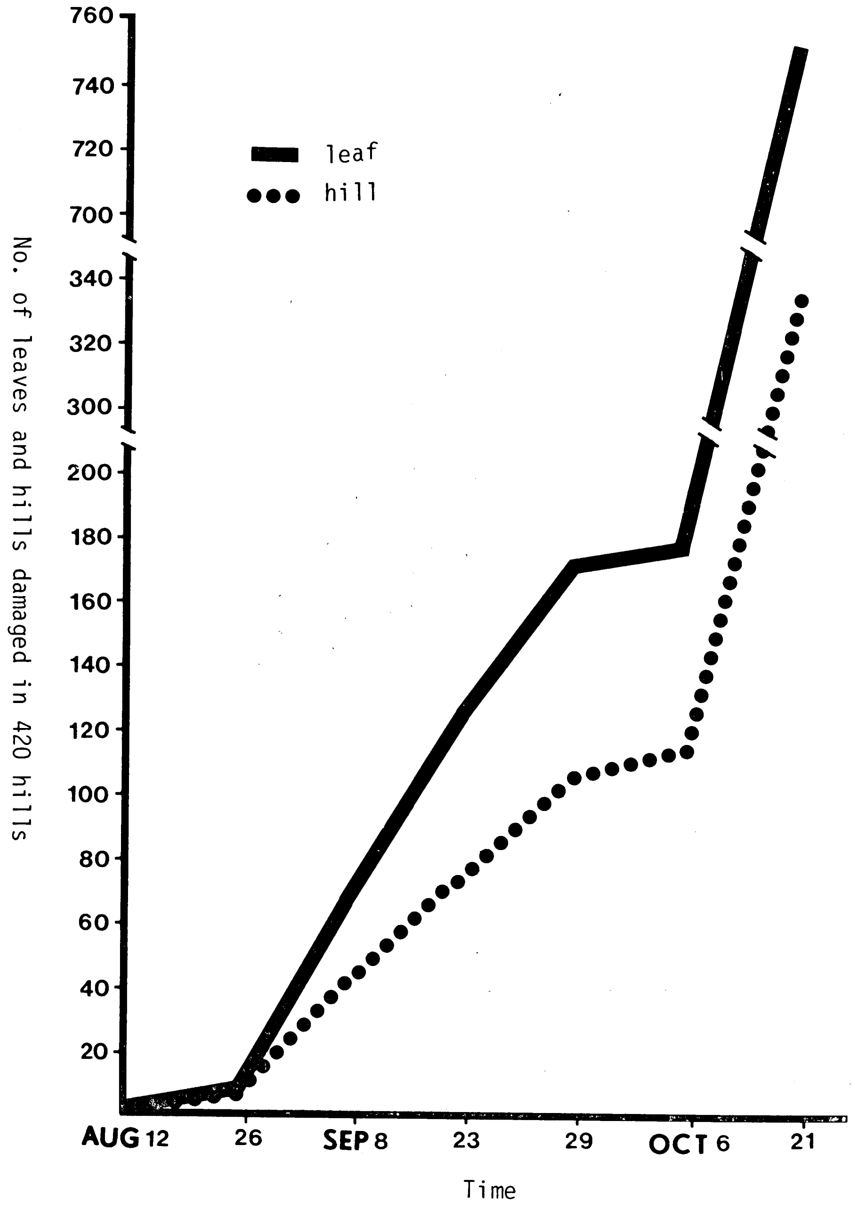

圖1. 七十年二期作臺中萬豐稻縱捲葉蟲爲害之稻葉與稻叢。

Fig. 1. Number of leaves and hills damaged by the rice leaf roller in 1981 2nd rice crop at Wanfeng, Taichung.

生蜂之第二高峰同時。

綜以上所述寄生蜂之棲羣與稻縱捲葉蟲各發育期之棲羣發生及變動有密切關係，寄主卵出現後卵寄生蜂隨之增多，寄主幼蟲發生則幼蟲寄生蜂亦隨之增加。在田間自然環境中，天敵確已發揮了抑制害蟲棲羣增長的功能，但仍無法有效地遏止害蟲之繼續增殖爲害；若能於室內大量繁殖寄生蜂，配合田間稻縱捲葉蟲之發生，適時補充寄生蜂之數量，提高田間害蟲之被寄生率將是防治稻縱捲葉蟲方法之一。

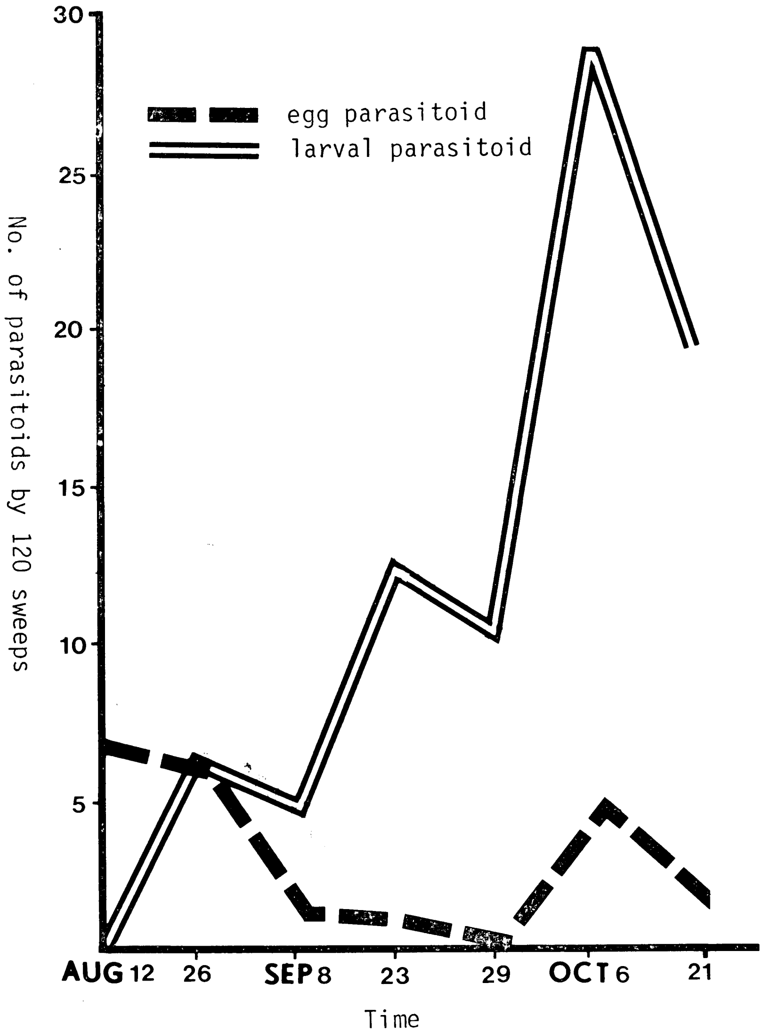

圖2. 七十年二期作田間稻縱捲葉蟲卵、幼蟲之寄生蜂消長。

Fig. 2. Population fluctuation of egg parasitoids and larval parasitoids of the rice leaf rolller in 1981 2nd rice c op at Wanfeng, Taichung.

(二) 稻縱捲葉蟲天敵之調查：

本省稻田中之稻縱捲葉蟲天敵據筆者等之調查共採得25種。包括卵寄生蜂3種，大腿小蜂1種，小繭蜂4種、姬蜂5種、躍小蜂2種、黃金小蜂2種、圓腹卵蜂1種、釉小蜂1種、廣肩小蜂1種、寄生蠅1種、捕食蜘蛛2種、病原細菌、眞菌各1種(如表1)。加上已記錄之2種寄生蜂及1種寄生性線蟲（嚴，1973）累計已知者有28種。筆者等於70年二期稻作，71年一期稻作種植期間分別在萬豐、西螺、民雄、嘉義、新化、下營、鳳山、潮州、山地門、崎下、花蓮等11個地區採集縱捲葉蟲天敵，各地區寄生率約在 9.7—60.0%，平均爲24.0%。11個地區之採集稻田除山地門地區多年未施用任何藥劑外，其餘均曾使用農藥。山地門稻田該蟲之被寄生率最高約60.0%，該採集地之稻田位於半山上，害蟲種類多但發生數量均不多，天敵則隨處可見， 經詢問山胞農婦得知該處稻田似乎從未發生嚴重之蟲害 ， 稻田之生態接近於自然平衡狀態。

表1. 臺灣稻縱捲葉蟲之天敵

Table 1. Natural enemies of the rice leaf roller in Taiwan. (1981—1983)

		Host stage
PARASITOIDS--		
Trichogrammatidae :	*Oligosita* sp.	E
	T. chilonis	〃
	T. japonicum	〃
Braconidae :	*Apanteles cypris*	L
	Cardiochiles laevifossa	〃
	Chelonus tabonus	〃
	Macrocentrus sp.	〃
Ichneumonidae :	*Eriborus vulgaris*	〃
	Itoplectis naranyae	L-P
	Temelucha philippinensis	L
	Trichomma chaphalocrocis	L-P
	Triclistus aitkini	〃
Chalcididae :	*Brachymeria* sp.	〃
Ceraphronidae :	*Ceraphron* sp. A	L
Pteromallidae :	*Pteromalus* sp .	〃
Eulophidae (lsp.)	*Eurytoma* sp.	L-P
Eurytomidae :	*Elasmus philippinesic*	〃
Elasmidae :	*Elasmus* sp.	〃
Pteromalidae :	*Trichomalopsis apanteloctena*	L-P
	T. shirakii	〃
Tachinidae :	1 sp.	〃
PATHOGENS--		
Bacteria :	*Bacilllus thuringiensis*	L
Fungi :	1 sp.	〃
PREDATORS--Spiders	2 spp.	A

E : egg, L : larva, L-P : larva-pupa, A : adult.

就所採得之寄生蜂數量百分比而言，卵寄生蜂以 *T. chilonis* 最高約占96.4%，幼蟲與蛹之寄生蜂則以 *Apanteles cypris* 約 47.7%爲最高 *Trichomma cnaphalocrocis* 約 18.0%次之，*Eriborus vulgaris* 約 10.5%，及 *Cardiochiles laevifossa* 約 9.3 %又次之，其餘種類均在3.5%以下。

(三) Dipel 對稻縱捲葉蟲之毒性：

Dipel 之主要成分爲蘇力菌 *Bacillus thuringiensis* 之活性孢子。其對稻縱捲葉蟲 1 齡幼蟲之毒性如表 2 。Dipel 加展著劑在濃度0.02%時致死率約達96.6%，未加展著劑致死率約74.6%；但未加展著劑者濃度提高在0.04%時致死率亦可達92%均有甚佳之效果 。 展著劑 CS-7 雖無殺蟲效力，但可增强 Dipel 之藥效則屬明顯 。 若由每隻存活蟲之平均體重觀之，加展著劑處理者其體重約僅爲對照組之半，此乃因幼蟲食入蘇力菌孢子後中毒而停止取食，未能正常發育。不加展著劑處理之存活蟲間體重差異很大，可能由於部分幼蟲並未食入蘇力菌孢子因而獲得正常發育之故。

目前蘇力菌在國外已廣泛用於蔬菜、森林、棉花、煙草、苜蓿、行道樹等害蟲之防治，已知其對137 種昆蟲具致病力 (Forsberg *et al*, 1976 ; Heimpel, 1967) ，稻縱捲葉蟲亦屬其寄主之一，其對卵寄生蜂之幼蟲、蛹、成蟲均不具毒性，亦無殘毒 (見表 4 、 5 、 6) ，在稻蟲之綜合防治策略中，此劑頗有利用價值。唯溫度、雨量、紫外線常會影響其致病力 (Cantwell, 1967 ; Ignoffo *et*

表2. 蘇力菌 Dipel 對稻縱捲葉蟲之藥效（室內）[1]

Tale 2. Effects of Dipel on the rice leaf roller under laboratory conditions

處理濃度	存活蟲數		存活蟲平均每隻重（mg）		校正死亡率（%）	
	Dipel+CS−7[2]	Dipel	Dipel+CS−7	Dipel	Dipel+CS−7	Dipel
0.1 %	0	1	—	0.133	100	96.5
0.08 %	0	1.3	—	0.056	100	95.5
0.06 %	0	0	—	—	100	100
0.04 %	0	2.3	—	0.060	100	92.0
0.02 %	1	7.3	0.067	0.123	96.6	74.6
0.01 %	6	11.7	0.065	0.141	79.5	59.2
0	26.7	—	0.123	—	8.9	—
Control (water)	29.3	28.7	0.145	0.117	—	—

1.每處理供試一齡幼蟲30隻，3重複，死亡率用 Abbott 氏公式校正。
2.展著劑 CS-7 之稀釋倍數爲5,000倍。

l., 1974；Lynch, et al. 1980；Svestka, 1976）在田間之應用技術尚待進一步研究。

（四）溫度對卵寄生蜂發育之影響：

經初步之調查卵寄生蜂 *T. chilonis* 在稻田之棲羣可能是居於優勢種，該蜂在實驗室中用外米綴蛾卵爲代用寄主可獲成功地大量繁殖，其在26、28、30及32°C 4種不同恆溫下之發育情形如表 3。溫度愈高發育期愈短，在 32°C 下由卵發育至成蟲約需 132小時。溫度愈高成蟲壽命愈短，羽化天數、羽化率在4種溫度中尙無顯著差異；成蟲雌雄性比以在 30°C 下飼養者之 4.38：1爲最高。綜合各期發育情形，大量繁殖 *T. chilonis* 其最適之飼育溫度應爲 30°C～32°C。

表3. 溫度對 *Trichogramma chilonis* 發育之影響

Table 3. Effects of rearing temperature on development of *Trichogramma chilonis*

飼育溫度	卵—老熟幼蟲 (hr)	老熟幼蟲—成蟲 (hr)	發育全期 (hr)	成蟲壽命 (hr)	羽化天數 (day)	羽化率 (%)	性比 (♀：♂)
32°C	53.5	73.5	132.0	29.3	3—4	89.5	3.41：1
30°C	63.5	86.0	149.5	34.8	3—4	89.0	4.38：1
28°C	67.5	96.0	163.5	38.4	2—3	90.0	2.91：1
26°C	71.5	117.0	188.5	42.2	3—4	92.5	2.62：1

（五）農藥對卵寄生蜂之毒性：

本省水稻在栽培期間受到病蟲之威脅，農民使用多種而且大量之農藥作爲減輕或解除是項威脅之利器，但田間施藥防除病蟲害時，其對稻蟲天敵究能造成多大之毒害向爲大衆所關切，表4、5及6所示即11種供試藥劑對稻縱捲葉蟲之天敵卵寄生蜂 *T. chilonis* 直接噴佈、殘毒毒性及其對幼蟲及蛹之毒性。

表4. 農藥對 *Trichogramma chilonis* 之毒性 [1]

Table 4. Effects of pesticides on *Trichogramma chilonis*

藥劑		稀釋倍數	施藥後經時死亡率 (%)	
			1 hrs	3 hrs
20%	MIPC	800	100	100
40%	Hokbal	800	100	100
90%	Lannate	1,800	100	100
75%	Furadan	1,500	100	100
37%	Kilval	800	3.5	7.7
65%	Azodrin	2,000	63.0	92.3
75%	Orthene	1,500	68.6	80.6
50%	Tamaron	1,000	72.7	95.8
50%	Hinosan	1,000	91.2	100
6.5%	Neo Asozin	2,000	4.9	7.7
Dipel+CS−7[2]		2,000	2.9	2.1
Water			4.1	6.9

1.每處理成蟲50隻，3重複，用蒸餾水處理之致死率為對照，Abbott 氏公式校正。
2.展著劑 CS-7 稀釋5,000倍。

表5. 農藥殘毒對 *Trichogramma chilonis* 之毒性 [1]

Table 5. Effects of pesticide residues on *Trichogramma chilonis*

藥劑		稀釋倍數	不同天數殘毒之致死率 (%)			
			1 天	2 天	4 天	6 天
20%	MIPC	800	100	100	100	100
40%	Hokbal	800	100	100	100	98.5
90%	Lannate	1,800	100	100	100	100
75%	Furadan	1,500	1000	100	100	100
37%	Kilval	800	75.1	30.4	18.9	31.4
65%	Azodrin	2,000	48.7	35.4	37.7	41.9
75%	Orthene	1,500	12.8	1.5	2.9	6.3
50%	Tamaron	1,000	88.4	87.0	84.7	34.4
50%	Hinosan	1,000	99.4	100	95.8	99.4
6.5%	Neo Asozin	2,000	5.3	0	0	0
Dipel+CS−7[2]		2,000	5.3	0	0	0

1.每處理成蟲50隻，3重複，用蒸餾水處理之致死率為對照，Abbott 氏公式校正。
2.展著劑 CS-7 稀釋5,000倍。

表6. 農藥對 *Trichogramma chilonis* 幼蟲及蛹之毒性

Tale 6. Effects of pesticides on larvae and pupae of *Trichogramma chilonis*

藥劑	稀釋倍數	死亡率 (%)			
		老熟幼蟲	蛹齡		
			1 天	2 天	3 天
20% MIPC	800	20.5	5.0	0	3.6
40% Hokbal	800	41.6	41.2	40.0	46.9
90% Lannate	1,800	28.0	3.2	29.3	2.3
75% Furadan	1,500	53.0	43.7	47.0	50.8
37% Kilval	800	2.3	7.4	9.5	10.9
65% Azodrin	2,000	25.0	30.5	18.3	35.3
75% Orthene	1,500	25.7	0	11.9	22.2
50% Tamaron	1,000	13.0	18.1	23.1	9.2
50% Hinosan	1,000	18.2	22.3	7.1	12.9
6.5% Neo Asozin	2,000	17.5	2.5	0	0
Dipel+CS−7[2]	2,000	13.6	0	4.8	3.0

1.每處理50粒卵，3重複，水爲對照處理，用 Abbott 氏公式校正。
2.展著劑 CS-7 稀釋5,000倍。

藥劑直接噴佈對卵寄生蜂之毒性差異很大（表4），MIPC, Hokbal, Lannate, Furadan, Hinosan 均爲 100%致死， Azodrin, Orthene, Tamaron 亦具劇毒，其他藥劑處理包括 Kilval, Neo Asozin, Dipel 則在 7.7 %以下。 MIPC, Hokbal, Lannate, Furadan 均屬氨基甲酸鹽類殺蟲劑，田間若使用此類藥劑防治褐飛蝨，顯然對稻縱捲葉蟲之卵寄生蜂極爲不利，反觀 Kilval 亦屬優良之推廣藥劑但毒性很低；又如防治稻熱病之殺菌劑，Hinosan 亦會使卵寄生蜂100%死亡，因此選用對天敵低毒之藥劑在水稻害蟲綜合防治上確有其重要性，同時殺菌劑、殺草劑亦可能對天敵造成傷害，亦應列爲考慮對象。

表５顯示對卵寄生蜂毒性高之藥劑，其殘毒致死率亦高，尤其經過 Lannate 或 Furadan 處理１、２、４、６天後，接入試管內之卵寄生蜂均在５分鐘內全部死亡。供試藥劑中除 Tamaron 在６天後殘毒有消退現象外，其餘藥劑均無明顯之消退情形，是否藥劑在室內未受到其他環境因子影響之故尚待進一步探討，但可確定農藥殘毒會使卵寄生蜂遭到極大之毒害，其使卵寄生蜂中毒之機制就試驗進行時之觀察可能爲接觸毒性或因藥劑揮發出之氣體對寄生蜂有燻蒸毒害之效果。

外米綴蛾卵內之卵寄生蜂幼蟲及蛹經浸藥處理後，顯示供試藥劑各具中、低毒性，使幼蟲與蛹造成不同程度之死亡，其中以 MIPC 與 Furadan 致死率在 40—50 % 左右爲最高，而以 Dipel, Kilval, Neo Asozin 最爲安全。將來若大量繁殖卵寄生蜂並釋放於稻田防治稻縱捲葉蟲，其卵片亦應避免觸及藥劑。

本試驗中供試之４種氨基甲酸鹽劑乃目前農民常用於防治稻褐飛蝨之殺蟲劑，甚具殺蟲效果，但長期使用勢必影響及縱捲葉蟲卵寄生蜂之生存，近年來稻縱捲葉蟲由次要之稻作害蟲逐漸成爲僅次於褐飛蝨之主要稻蟲，且於中、南部地區二期作普遍發生有日趨嚴重之勢，藥劑之選用不當可能是其原因之一。

誌 謝

研究期間承本所應用動物系林珪瑞副研究員與

周樑鎰先生協助鑑定天敵學名，謹致謝意。

引用文獻

1. 臺灣總督府殖產局。1934。臺灣農作物病蟲害防除要覽第二編普通作物の害蟲。pp. 79-81. 。
2. 貢穀紳。1954。燈光誘集瘤野螟蛾之分析。農林學報 3 ：77—95。
3. 陳秋男。1982。水稻縱捲葉蟲的生態與防治研究。中央加强農村建設補助植物保護基本研究計畫執行情形報告 4p. 。
4. 陳慶忠、王玉沙。1978。臺灣中部稻縱捲葉蟲生活史及水稻品種抵抗性之調査。臺中區農業改良場研究彙報新第二號 p. 58-69. 。
5. 嚴奉琰。1973。臺灣害蟲之天敵。國立臺灣大學農學院植物病蟲害系昆蟲研究室編 106p. 。
6. Cantwell, G. E. 1967. Inactivation of biological insecticides by irradiation. J. Invertebr. Pathol. 11 : 184-195.
7. Forsberg, C. W., M. Henderson, E. Henry, and J. R. Roberts. 1976. *Bacillus thuringiensis* : Its effects on environmental quality. Nat. Res. Con. Canada No. 15385, 136 p.
8. Heimpel, A. M. 1967. A critical review of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* and other crystalliferous bacteria. Annu. Rev. Entomol. 12 : 287-322.
9. Ignoffo, C. M., D. C. Hostetter and R. E. Pinnell. 1974. Stability of *Bacillus thuringiensis* and *Baculovirus heliothis* on soybean foliage. Environ. Entomol. 3 : 117-119.
10. Lynch, R. E., L. C. Lewis and E. C. Berry. 1980. Application efficacy and persistence of *Bacillus thuringiensis* when applied to corn for European corn borer. J. Econ. Entomol. 73 : 4-7.
11. Svestka, M. 1976. The influence of temperature on the effectiveness of biopreparations of *Bacillus thuringiensis*. Lesnictvi 2 : 77-86.

Studies on natural enemies of *Cnaphalocrocis medinalis* in Taiwan *

Chien-Chung Chen and Shui-Chen Chiu

Department of Applied Zoology
Taiwan Agricultural Research Institute
Wufeng, Taichung, Taiwan 431
Republic of China

Summary

A survey of the natural enemies of the rice leaf roller, *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera : Pyralidae), was conducted at 11 sites in Taiwan during July 1981 until June 1983. In all, 25 species of natural enemies, including 21 parasitoids, 2 pathogens, and 2 predacious spiders were collected. Among these parasitoids, *Trichogramma chilonis*, *Apanteles cypris*, and *Trichomma cnaphalocrocis* demonstrated particularly high rates of parasitization. The population of parasitic Hymenoptera changed in direct correlation with the rice leaf roller's different life stages.

Dipel (*Bacillus thuringiensis*) at a concentration of 0.02% was found to kill the 1st instar larvae of the rice leaf roller at a mortality rate of 96.6% in the laboratory. A suitable spreader-sticker (CS-7), combined withe Dipel, improved larvicidal effectiveness. Dipel was non-toxic to larvae, pupae, and adults of *T. chilonis*.

The *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera : Galleriidae), an insect pest of stored grain, was found to be a good alternate host for mass rearing of *T. chilonis*. 132 hours at 32°C were needed for development from egg to adult.

Four carbamate insecticides, viz., MIPC, Hokbal, Lannate, and Furadan, which are usually used to control the brown planthopper, proved to be highly toxic to *T. chilonis*. A fungicide, Hinosan, was also found to have the same effect.

---

* Supported by a grant 1982-4.1-47 (3—1) from Council for Agricultural Planning and Develpment, Executive Yuan, R. O. C.